Elasticidad: Deformaciones y Esfuerzos

María José Jiménez Jiménez[1]
[1]Pontificia Universidad Javeriana
09 de Febrero del 2025

1. Resumen

En este laboratorio se estudió la elasticidad mediante la observación de la relación entre esfuerzo y deformación en dos listones diferentes, con el fin de comprender conceptos como el módulo de Young, el coeficiente de Poisson y la ley de Hooke. La metodología experimental consistió en marcar los cauchos a intervalos de 10 cm y aplicar fuerzas progresivas, midiendo las deformaciones resultantes longitudinales en cada intervalo y las transversales al inicio y la final de la práctica, para el cálculo del área transversal. Posteriormente se graficó la relación entre esfuerzo y deformación relativa para cada marca establecida. Como resultado, se logró establecer la dependencia funcional entre esfuerzo y deformación, verificando la aplicabilidad de la Ley de Hooke en el régimen de pequeñas deformaciones, confirmando la relación lineal entre esfuerzo y deformación. Por último, se obtuvieron valores específicos para el coeficiente de Poisson y el módulo de Young y de los materiales estudiados. Este último varía significativamente entre los listones analizados, siendo el del listón 2 (3.33E+05 Pa) aproximadamente 13 veces mayor que el del listón 1 (2.50E+04 Pa), lo que indica una diferencia sustancial en la rigidez de los materiales y sugiere diferentes aplicaciones prácticas según los requerimientos de flexibilidad o resistencia a la deformación.

Palabras clave: Elasticidad, esfuerzo, deformación, módulo de Young, ley de Hooke.

2. Objetivos

Los objetivos para este laboratorio son [1]:

- Conocer algunas nociones sobre elasticidad como pueden ser deformación, vector Tensión, esfuerzos, presión, módulo de Young, coeficiente de Poisson, esfuerzo de corte, entre otras.
- Hallar aproximadamente la dependencia funcional entre esfuerzo y deformación para algunos cuerpos y la relación existente entre deformación y longitud y poder explicar la importancia del término deformación relativa.
- A partir de dicha relación diferenciar las regiones de las deformaciones elásticas y plásticas y encontrar el rango de aplicabilidad de la ley de Hooke.
- Utilizar las aproximaciones para la teoría de las pequeñas deformaciones y el principio de superposición de deformaciones y poder aplicar dicho principio en el caso donde hallan esfuerzos térmicos.

3. Procedimiento



Imagen 1. Diagrama del procedimiento paso a paso

En cuanto a los inconvenientes que se presentaron durante la práctica fueron más que todo en torno a las mediciones, se tuvo que utilizar únicamente el pie de rey y no la regla, puesto que eran valores muy pequeños y necesitábamos precisión.

4. Resultados

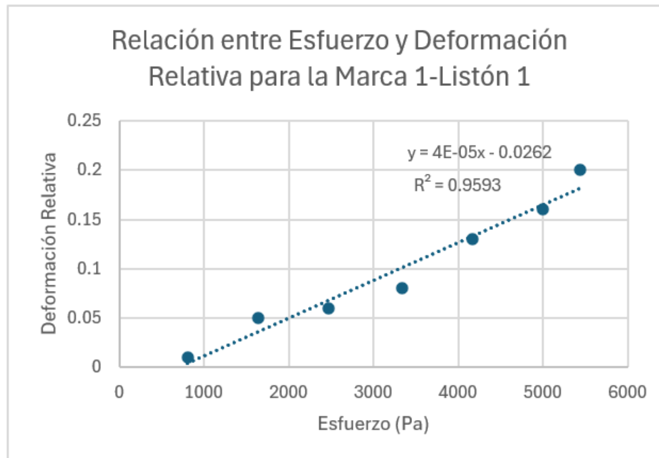
Listón	Ancho Inicial (m)	Grosor Inicial (m)	Área Inicial (m^2)	Ancho Final (m)	Grosor Final (m)	Área Final (m^2)
1	0.024 ± 0.00002	0.001 ± 0.00002	$(2.40 \pm 0.050) \times 10^{-5}$	0.024 ± 0.00002	0.0007 ± 0.00002	$(1.68 \pm 0.049) \times 10^{-5}$
2	0.0091 ± 0.00002	0.00016 ± 0.00002	$(1.46 \pm 0.0185) \times 10^{-6}$	0.009 ± 0.00002	0.00008 ± 0.00002	$(0.72 \pm 0.0182) \times 10^{-6}$

Tabla 1. Dimensiones Iniciales y Finales de los Listones

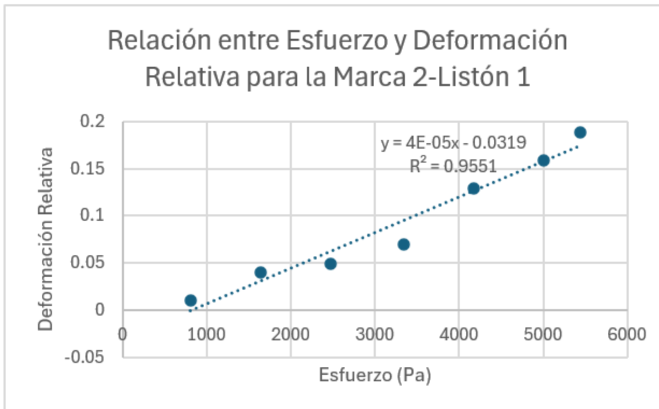
Listón 1 (listón más ancho)								
Masa (g)	Fuerza (N)	Longitud Final Marca 1 (m)	Longitud Final Marca 2 (m)	Longitud Final Marca 3 (m)	Deformación Relativa Marca 1	Deformación Relativa Marca 2	Deformación Relativa Marca 3	Esfuerzo (Pa)
1	$0.0194 \pm 9.81\times10^{-5}$	0.101 ± 0.00002	0.10099 ± 0.00002	0.10196 ± 0.00002	0.01000 ± 0.00020	0.00990 ± 0.00020	0.01960 ± 0.00020	808.33 ± 17.33
2	$0.0395 \pm 9.81\times10^{-5}$	0.105 ± 0.00002	0.10396 ± 0.00002	0.10294 ± 0.00002	0.05000 ± 0.00020	0.03960 ± 0.00020	0.02940 ± 0.00020	1645.83 ± 34.53
3	$0.0594 \pm 9.81\times10^{-5}$	0.106 ± 0.00002	0.10495 ± 0.00002	0.10588 ± 0.00002	0.06000 ± 0.00020	0.04950 ± 0.00020	0.05880 ± 0.00020	2475.00 ± 51.72
4	$0.0801 \pm 9.81\times10^{-5}$	0.108 ± 0.00002	0.10693 ± 0.00002	0.10784 ± 0.00002	0.08000 ± 0.00020	0.06930 ± 0.00020	0.07840 ± 0.00020	3337.50 ± 69.65
5	$0.1001 \pm 9.81\times10^{-5}$	0.113 ± 0.00002	0.11287 ± 0.00002	0.11274 ± 0.00002	0.13000 ± 0.00020	0.12870 ± 0.00020	0.12740 ± 0.00020	4170.83 ± 86.99
6	$0.12 \pm 9.81\times10^{-5}$	0.116 ± 0.00002	0.11584 ± 0.00002	0.1147 ± 0.00002	0.16000 ± 0.00020	0.15840 ± 0.00020	0.14700 ± 0.00020	5000.00 ± 104.25
7	$0.1305 \pm 9.81\times10^{-5}$	0.12 ± 0.00002	0.11881 ± 0.00002	0.11961 ± 0.00002	0.20000 ± 0.00020	0.18810 ± 0.00020	0.19610 ± 0.00020	5437.50 ± 113.35
8	$0.1796 \pm 9.81\times10^{-5}$	0.131 ± 0.00002	0.1297 ± 0.00002	0.13137 ± 0.00002	0.31000 ± 0.00021	0.29700 ± 0.00021	0.31370 ± 0.00021	7483.33 ± 155.96

Tabla 2. Resultados Experimentales de Deformación y Esfuerzo en el Listón 1

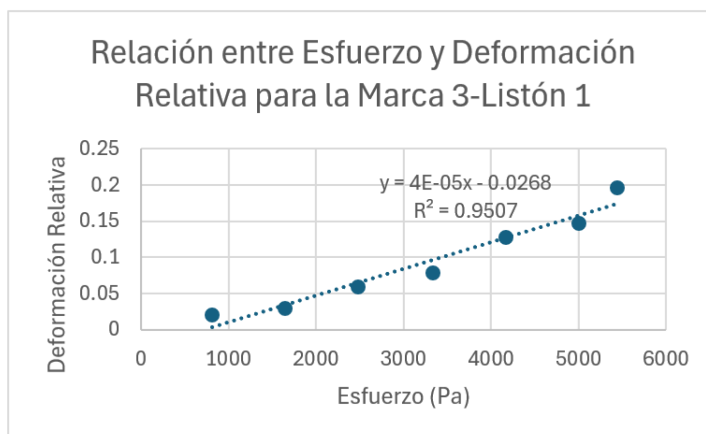
Nota: la última fila no fue tenida en cuenta para la realización de las gráficas, debido a que se alejaba mucho de los datos



Gráfica 1. Relación entre Esfuerzo y Deformación Relativa para la Marca 1 del Listón 1



Gráfica 2. Relación entre Esfuerzo y Deformación Relativa para la Marca 2 del Listón 1

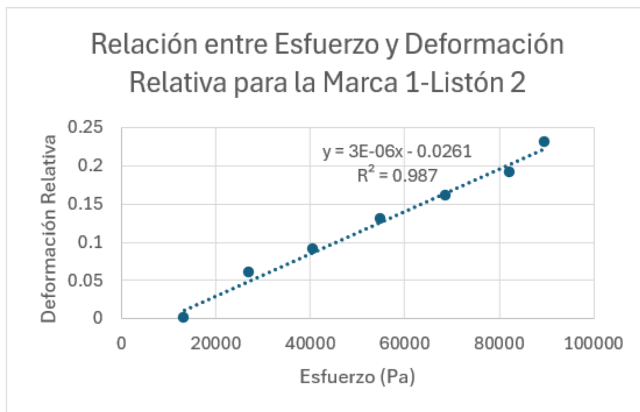


Gráfica 3. Relación entre Esfuerzo y Deformación Relativa para la Marca 3 del Listón 1

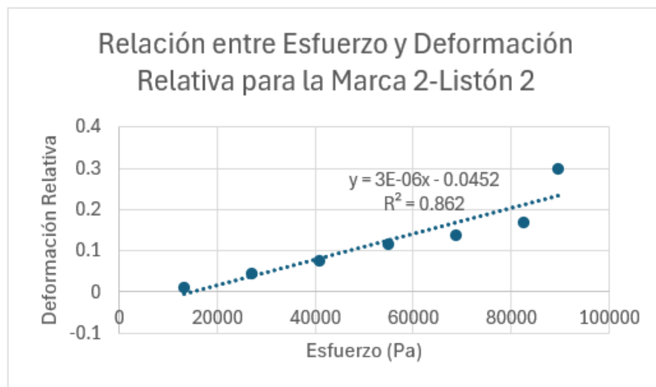
Listón 2 (listón más delgado)								
Masa (g)	Fuerza (N)	Longitud Final Marca 1 (m)	Longitud Final Marca 2 (m)	Longitud Final Marca 3 (m)	Deformación Relativa Marca 1	Deformación Relativa Marca 2	Deformación Relativa Marca 3	Esfuerzo (Pa)
1	$0.0194 \pm 9.81\times10^{-5}$	0.10000 ± 0.00002	0.101518 ± 0.00002	0.10330 ± 0.00002	0.00000 ± 0.00000	0.01200 ± 0.00020	0.03300 ± 0.00020	13324.17582 ± 181.78120
2	$0.0395 \pm 9.81\times10^{-5}$	0.10600 ± 0.00002	0.105818 ± 0.00002	0.10750 ± 0.00002	0.06000 ± 0.00020	0.04600 ± 0.00020	0.07500 ± 0.00020	27129.12088 ± 350.30002
3	$0.0594 \pm 9.81\times10^{-5}$	0.10900 ± 0.00002	0.109485 ± 0.00002	0.11100 ± 0.00002	0.09000 ± 0.00020	0.07500 ± 0.00020	0.11000 ± 0.00020	40796.70330 ± 521.31681
4	$0.0801 \pm 9.81\times10^{-5}$	0.11300 ± 0.00002	0.114544 ± 0.00002	0.11500 ± 0.00002	0.13000 ± 0.00020	0.11500 ± 0.00020	0.15000 ± 0.00020	55013.73626 ± 700.34038
5	$0.1001 \pm 9.81\times10^{-5}$	0.11600 ± 0.00002	0.117453 ± 0.00002	0.11800 ± 0.00002	0.16000 ± 0.00020	0.13800 ± 0.00020	0.18000 ± 0.00020	68750.00000 ± 873.74889
6	$0.12 \pm 9.81\times10^{-5}$	0.11900 ± 0.00002	0.121500 ± 0.00002	0.12100 ± 0.00002	0.19000 ± 0.00020	0.17000 ± 0.00020	0.21000 ± 0.00020	82417.58242 ± 1046.50356
7	$0.1305 \pm 9.81\times10^{-5}$	0.12300 ± 0.00002	0.130000 ± 0.00002	0.12400 ± 0.00002	0.23000 ± 0.00021	0.30000 ± 0.00020	0.24000 ± 0.00021	89629.12088 ± 1137.70827
8	$0.1796 \pm 9.81\times10^{-5}$	0.13500 ± 0.00002	0.140471 ± 0.00002	0.13500 ± 0.00002	0.35000 ± 0.00021	0.32000 ± 0.00021	0.35000 ± 0.00021	123351.64840 ± 1564.46897

Tabla 3. Resultados Experimentales de Deformación y Esfuerzo en el Listón 2

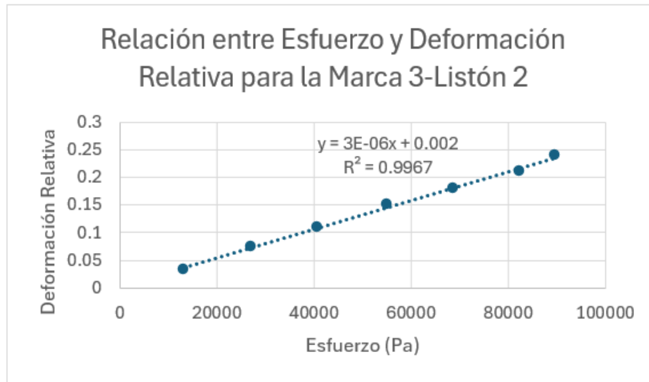
Nota: la última fila no fue tenida en cuenta para la realización de las gráficas, debido a que se alejaba mucho de los datos



Gráfica 4. Relación entre Esfuerzo y Deformación Relativa para la Marca 1 del Listón 2



Gráfica 5. Relación entre Esfuerzo y Deformación Relativa para la Marca 2 del Listón 2



Gráfica 6. Relación entre Esfuerzo y Deformación Relativa para la Marca 3 del Listón 2

Listón	Deformación Transversal	Deformación longitudinal máxima	Coeficiente de Poisson (μ)
1	−0.3±0.026	0.31370 ± 0.00021	0.9563±0.0835
2	−0.5±0.187	0.35000 ± 0.00021	1.429±0.535

Tabla 5. Coeficiente de Poisson para los Listones Analizados

Listón	Pendiente (tomada de las gráficas)	Módulo de young (Pa)
1	4.00E-05	2.50E+04
2	3.00E-06	3.33E+05

Tabla 6. Módulo de Young para los Listones Analizados

5. Análisis

Coeficiente de Poisson

Los valores obtenidos para el coeficiente de Poisson se alejaron significativamente del valor teórico esperado (0.5) [1]:

- Listón 1: 0.96
- Listón 2: 1.429

Esta desviación puede atribuirse principalmente a que la deformación de los listones superó su límite elástico durante el experimento, afectando la medición del área transversal final y, consecuentemente, el cálculo del coeficiente.

Módulo de Young

Se observaron diferencias sustanciales entre los módulos de Young de ambos listones:

- Listón 1: 2.50E+04 Pa
- Listón 2: 3.33E+05 Pa

El listón 2 presentó un módulo aproximadamente 13 veces mayor que el listón 1, lo que indica una diferencia significativa en la rigidez de los materiales. Esta variación sugiere diferentes aplicaciones prácticas según los requerimientos específicos de flexibilidad o resistencia a la deformación.

Consideraciones Experimentales

1. Se excluyó el último dato en las gráficas por presentar una desviación significativa, presumiblemente por corresponder a la zona plástica.
2. A pesar de las irregularidades en el coeficiente de Poisson, se verificó el cumplimiento de la Ley de Hooke, evidenciado por la relación lineal en las gráficas de esfuerzo vs deformación.
3. La pendiente de las gráficas se mantuvo constante para cada marca en ambos listones, lo que respalda la consistencia de las mediciones dentro del rango analizado.

6. Respuesta preguntas de la guía

No se encontraron preguntas para este laboratorio en la guía.

7. Conclusiones

La práctica experimental permitió verificar parcialmente los conceptos fundamentales de elasticidad, evidenciando el cumplimiento de la ley de Hooke en la región elástica [2] mediante la relación lineal observada en las gráficas de esfuerzo-deformación. Sin embargo, se obtuvieron valores del coeficiente de Poisson (0.96 y 1.429) significativamente mayores al valor teórico de 0.5 [1], debido principalmente a que los listones superaron su límite elástico durante el experimento. La notable diferencia en los módulos de Young entre los listones (2.50E+04 Pa y 3.33E+05 Pa) demostró la variabilidad en las propiedades mecánicas de materiales aparentemente similares. Para mejorar la precisión de futuros experimentos, se recomienda utilizar cargas más pequeñas que garanticen que el material permanezca en su región elástica, permitiendo así una mejor caracterización de las propiedades elásticas de los materiales estudiados.

8. Bibliografía

Artículo

[1] Mejia & J. Yory. (s. f.). MANUAL DELABORATORIO DE FLUIDOS Y TERMODINAMICA. Pontificia Universidad Javeriana. https://campusvirtuallms.javeriana.edu.co/content/enforced/260822-001341_2510_11211/Manual%20laboratorios%20FyT.pdf

Sitio web

[2] Deingenierias.com. (2024, 29 mayo). *EL Diagrama Esfuerzo Deformación | Qué es, partes, características y explicación*. https://deingenierias.com/el-acero/diagrama-esfuerzo-deformacion/